تأثیر اکتومیکوریز و زیادی منیزیم بر غلظت چند عنصر غذایی(کلسیم، منیزیم، پتاسیم، فسفر و آهن، سدیم، روی، مس، منگنز) پسته رقم فندقی

سکینه بهرامی سیرمندی[1،*]، علی احمدی مقدم[1] و سید جواد حسینی فرد[2]

[1] دانشگاه شهید باهنرکرمان، دانشکده علوم، گروه زیست شناسی

[2] رفسنجان، مرکز بین المللی تحقیقات پسته

تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۹

چکیده

در گذشته آزمایشات متعددی برای ایجاد اکتومیکوریز و مشخص کردن اثرات مفید آن روی رشد و جذب برخی از مواد غذایی توسط گیاهان مختلف انجام شده است. جهت مطالعه اثر اکتومیکوریز در مقاومت به زیادی منیزیم در گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی پسته رقم فندقی، نهالهای میکوریزی با قارچ *Agaricus bisporus* در شرایط استریل تهیه و نیز نهالهای غیر میکوریزی به صورت آزمایش فاکتوریل در چهار چوب طرح کاملاً تصادفی در ارلنهای ۵۰۰ میلی لیتری در شرایط استریل با میزان متفاوت منیزیم تیمار شدند. شدت میکوریزی شدن ریشه های میکوریزی و همچنین میزان عناصر موجود در اندام هوایی و ریشه اندازه گیری و با هم مقایسه شد. نتایج نشان داد که آغشتگی ریشه به قارچ با افزایش غلظت منیزیم افزایش یافت. غلظت عناصر غذایی Ca, P, K, Fe,Na, Mn,Zn,Cu در گیاهان میکوریزی نسبت به غیر میکوریزی افزایش یافت اما زیادی منیزیم باعث کاهش غلظتCa, P, K, Fe,Na, Mn,Zn,Cu گردید. نتایج در ارتباط با نقش اکتومیکوریز در تغذیه گیاه مورد بحث قرار گرفته اند.

واژه های کلیدی: اکتومیکوریز ،تغذیه معدنی،پسته فندقی.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۳۶۳۶۱۷۴۰۵ ، پست الکترونیکی: hsermandi@gmail.com

مقدمه

تحت شرایط طبیعی بیشتر گیاهان با قارچهای میکوریزی ارتباط همزیستی برقرار می کنند اما تنها ۳ درصد از گیاهان دارای همزیستی اکتومیکوریزی هستند(۸). آزمایشات متعددی برای القای میکوریز و مطالعه اثرات آن روی رشد گیاهان مختلف انجام شده است و درجات متعدد و متنوعی از رشد و آغشتگی و جذب مواد و انتقال آن به گیاهان میزبان مشاهده شده است (۹). تنوع آغشتگی قارچ اکتومیکوریز به ریشه به نوع میزبان و قارچ همزیست بر می گردد (۷). اکتومیکوریز با افزایش فسفر ، آهن و فسفر برای گیاه میزبان متابولیسم و رشد آن را افزایش داده و تجلی همکاری گیاه با قارچ اکتومیکوریزی است (۱۴و۱۶). در مطالعات محدودی هم نشان داده شده که هیفهای خارجی نقش مهمی در جذب منیزیم و کلسیم دارد ولی هنوز مکانیسمهای جزئی آن شناخته نشده است (۱۰). از آنجا که شواهد نشان داده است که در مناطق پسته کاری بر اثر پایین رفتن سطح آبهای زیرزمینی میزان منیزیم موجود در آب در حال افزایش است و نیاز به درک راههایی که گیاه بتواند با این افزایش منیزیم مقابله کند حس می شود. از این رو در این مطالعه نقش اکتومیکوریز در مقابله با افزایش منیزیم بررسی شد. از آنجا که به طور کلی جذب مواد غذایی توسط سیستم اکتومیکوریزی به ژنتیک هر دو شرکت کننده بر می گردد و هر کدام ویژگیهای

فیزیولوژیکی مخصوص به خود را دارند . بنابراین لازم است تأثیر نوع میزبان و نوع قارچ در این ارتباط مطالعه شود. در این بررسی پسته رقم فندقی با قارچ *Agaricus bisporus* همزیست شدند و سپس گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی تحت تأثیر مقادیر متفاوت منیزیم قرار گرفته اثر این همزیستی روی غلظت برخی از عناصر غذایی اندازه گیری و نتایج مربوط به دو گروه با یکدیگر مقایسه شد.

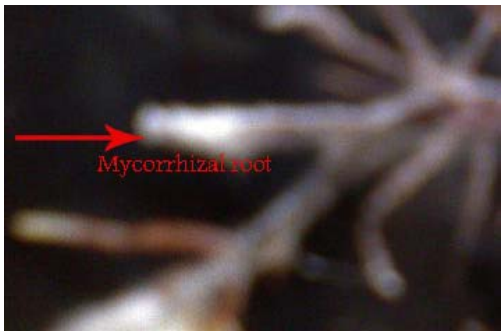
مواد و روشها

ابتدا قارچ *Agaricus bisporus* رقم صورتی که از کنار درختان پسته در منطقه رفسنجان جمع آوری شده بود در محیط کشت ملین – نورکرانس آگار (MMN) شامل مواد زیر:

$MgSO_4$، (/۵g) KH_2PO_4، (/۰۲۵g) NaCl، (/۰۵g) $CaCl_2$ (/۱۵g)، (۱/۲ml)Fe(Cl3)، (/۲۵ g)$(NH_4)_2HPO_4$ ، کلرید تیامین(۱۰۰ mg) ، عصاره مالت (۳ g) و گلوکز(۱۰ g) و ۱۵ گرم آگار در۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر و با تنظیم pH محیط روی ۵/۵، در شرایط استریل کشت داده شد وبه مدت ٤ هفته در دمای معمولی اتاق رشد کرد (۹ و ۱۱). جوانه زنی پسته ها در شرایط استریل صورت گرفت به این ترتیب که بذرها پس از خیس شدن در آب به مدت ۲ هفته در دمای ٤ درجه گذاشته شد. بذرها با محلول ۵/ درصد هیپوکلرید کلسیم استریل شد، بعد در شرایط استریل در محلول توئین یک درصد گذاشته شد وسپس چهار بار با آب مقطر استریل شستشو داده شد این کار دو بار تکرار گردید (٤). پیت و پرلیتهای مورد استفاده چهار بار با آب شیر شستشو داده و خشک شدند وسپس در ارلنهای ۵۰۰ میلی لیتر ریخته و در دمای ۱۲۱ درجه و به مدت ۲۰ دقیقه استریل شدند. سه هفته بعد از جوانه زنی گیاهکها را در شرایط استریل به ارلنهای ۵۰۰ میلی لیتر که حاوی پرلیت به مقدار ٥٤ گرم و پیت ماس به مقدار ٦/٥ گرم و ۸۰ میلی لیتر محلول هوگلند با غلظت ۱/۲ بود وارد شدند. در کنار ریشه های نیمی از ارلنها قطعات قارچ یک اندازه (۱۰دیسک) گذاشته شد. بعد از ٤ هفته از رشد گیاهکها ریشه برخی از آنها جهت اطمینان از تشکیل اکتومیکوریز برداشته و پس از رنگ آمیزی و تهیه برش مشاهده گردید و بعد از تیماردهی گیاهان داخل ارلنها با غلظتهای متفاوت منیزیم صورت گرفت که عبارت بودند از نسبتهای منیزیم به کلسیم به میزان ۱/٤، ۱، ۲ و ٤ که از محلول هوگلند با غلظت۱/۲ تهیه شد. هر یک از دو گروه از ارلنها که حاوی گیاهان میکوریزی و یا غیر میکوریزی بودند به ٤ گروه با حداقل ۳ تکرار تقسیم شدند. هر گروه سه تایی از گیاهان میکوریزی و یا غیر میکوریزی به ترتیب با ۸۰ میلی لیتر محلول هوگلند واجد سولفات منیزیم با نسبتهای فوق الذکر تیمار دهی شدند. مقدار منیزیم در نسبتهای منیزیم به کلسیم ۱/٤، ۱، ۲ و٤ به ترتیب عبارت از:۰/٤گرم ، ۱/٦۱ گرم ، ۳/۲۲گرم و ٦/٤٤ گرم منیزیم در لیتر بود. ارلنهای محتوی گیاهان به مدت ۹ هفته در شرایط آزمایشگاهی و در زیر نورکافی و یکنواخت با دوره ۸ ساعت تاریکی و ۱٦ ساعت روشنایی قرار داده شدند. بعد از ۹ هفته درصد آغشتگی ریشه و غلظت عناصر گفته شده اندازه گیری شد. برای اندازه گیری درصد آغشتگی ریشه از کاغذ میلی متری در زیر استریوسکوپ استفاده شد (۲). غلظت عناصر با استفاده از عصاره خاکستر خشک که از ریشه و اندام هوایی به دست آمد اندازه گیری شد. بعد از گذاشتن نمونه ها(ریشه و اندام هوایی) در کوره در دمای ۵۵۰ درجه به مدت ٦ ساعت با HCl غلیظ هضم شدند و از این عصاره برای جذب فسفر به روش زرد –وانادات و با استفاده از اسپکتوفتومتر، مقدار منیزیم و کلسیم به روش تیتراسیون با EDTA، مقدار سدیم و پتاسیم با استفاده از فلیم فتومتر و مقدار آهن، مس، روی و منگنز با استفاده از جذب اتمی اندازه گیری گردید (۱).

آزمایش به صورت آزمایش فاکتوریل ٤×۲ که در آن دوسطح میکوریزی و غیر میکوریزی و چهارسطح غلظت منیزیمی وجود داشت و در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام

و آنالیز آماری شد. آنالیز واریانس میانگینها همراه با آزمون دانکن در سطح ۵ درصد صورت گرفت.

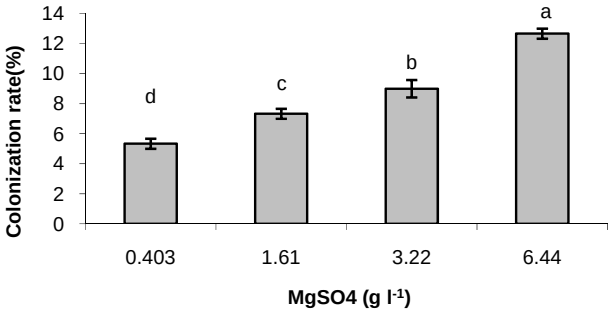


شکل۱ – نمائی از ریشه بسته اکتومیکوریزی شده .

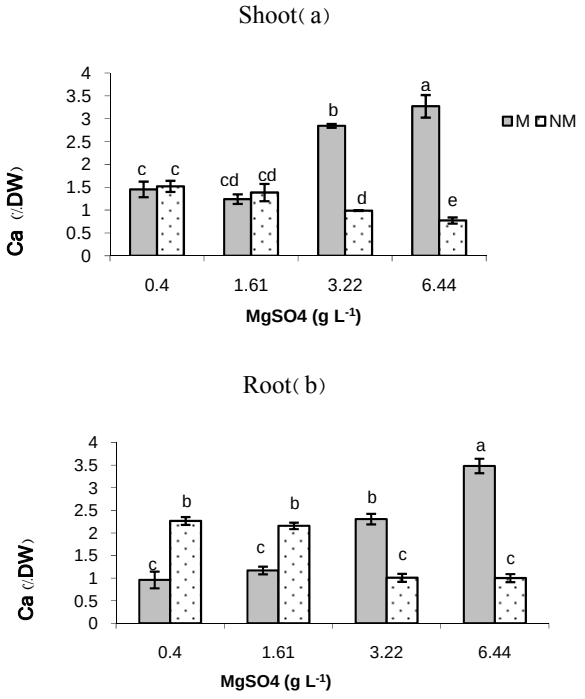
نتایج

در نتایج تحقیق حاضر با افزایش غلظت منیزیم درصد آغشتگی به اکتومیکوریز افزایش نشان داد (نمودار-۱) که در (شکل ۱) ریشه میکوریزی نشان داده شده است. غلظت کلسیم دراندام هوایی درتیمارهای۱/٦۱ و ۰/٤ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی را نشان نداد اما این تیمار ها در ریشه تفاوت معنی داری بین دو گروه را نشان دادند و کاهش کلسیم در گروه میکوریزی نسبت به گروه غیر میکوریزی مشاهده شد (نمودارهای۲a,b). از نظر غلظت کلسیم در تیمارهای ٦/٤٤ و۳/۲۲ گرم در لیترسولفات منیزیم، تفاوت معنی داری را بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نشان دادند. به طوری که افزایش کلسیم در گروه میکوریزی نسبت به گروه غیر میکوریزی مشاهده شد (نمودارهای۲a,b). غلظت منیزیم هم در ریشه و هم در اندام هوایی در تیمارهای ۱/٦۱و٤/.گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نداشت(نمودارهای۳a,b). غلظت منیزیم در تیمار ۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم، هم تفاوت معنی داری در اندام هوایی نشان نداد اما در ریشه تفاوت معنی داری بین گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی نشان داد و میکوریزی شدن در تیمار های بالاتر منیزیم باعث کاهش منیزیم در اندام هوایی و افزایش منیزیم در ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی شده است (نمودارهای۳a,b). غلظت فسفر در اندام هوایی در تیمارهای ٤/. و ۱/٦۱گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی را نشان نداد اما در ریشه تیمار منیزیم ٤/. گرم در لیتر تفاوت معنی دار را نشان داد و میکوریزی شدن در تیمار های پایین تر منیزیم باعث کاهش غلظت فسفر در ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی شده است(نمودارهای٤a,b). درتیمار۱/٦۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم، هم در اندام هوایی و هم در ریشه از نظر غلظت فسفر تفاوت معنی داری بین گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی نشان نداد وغلظت فسفردر تیمار های ٦/٤٤و۳/۲۲ گرم در لیترسولفات منیزیم، تفاوت معنی داری هم در غلظت و هم در ریشه بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نشان داد به طوری که افزایش غلظت فسفر هم در اندام هوایی و هم در ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی مشاهده گردید(نمودارهای٤a,b). غلظت پتاسیم هم در ریشه وهم دراندام هوایی در تیمارهای۱/٦۱ و٤/. گرم در لیتر سولفات منیزیم بین گروه میکوریزی و غیر میکوریزی تفاوت معنی داری نداشت اما غلظت پتاسیم ریشه در تیمار ۳/۲۲گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری را بین گروه میکوریزی و غیر میکوریزی را نشان داد ولی تفاوت معنی دار از نظر مقدار پتاسیم در این تیمار در اندام هوایی مشاهده نشد (نمودارهای۵a,b). در تیمار ٦/٤٤ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و غیر میکوریزی از نظر غلظت پتاسیم نشان داده شد. بالاترین غلظت پتاسیم در ٦/٤٤و۳/۲۲ گرم در لیتر منیزیم، در گیاهان میکوریزی و کمترین غلظت پتاسیم در سطوح مختلف منیزیمی در گیاهان غیر میکوریزی مشاهده شد (نمودارهای۵a,b). از نظر غلظت آهن هم در ریشه و هم در اندام هوایی در تیمار ٤/. گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر

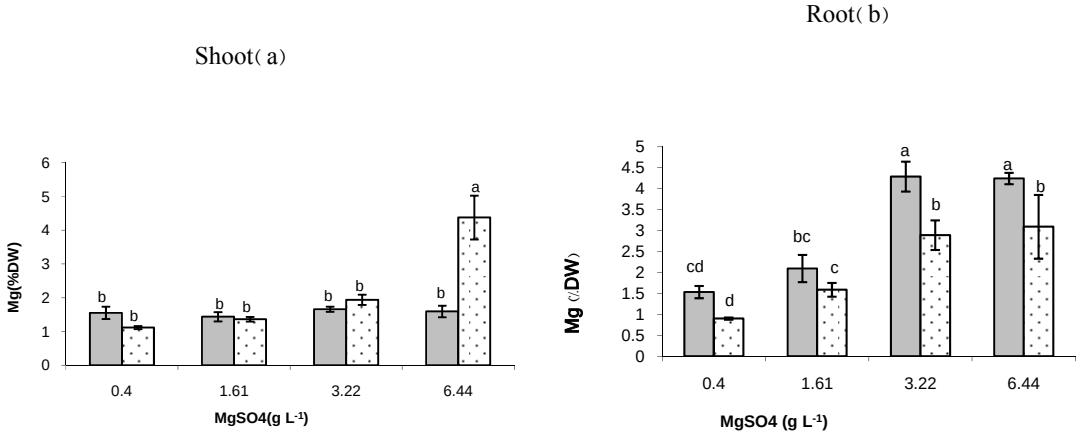
میکوریزی وجود دارد و میکوریزی شدن در این تیمار پایین منیزیم باعث کاهش آهن دراندام هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی شده است، اما در تیمارهای۳/۲۲ و۱/۶۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری نه در ریشه و نه در اندام هوایی بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی وجود نداشت (نمودارهای۶a,b).



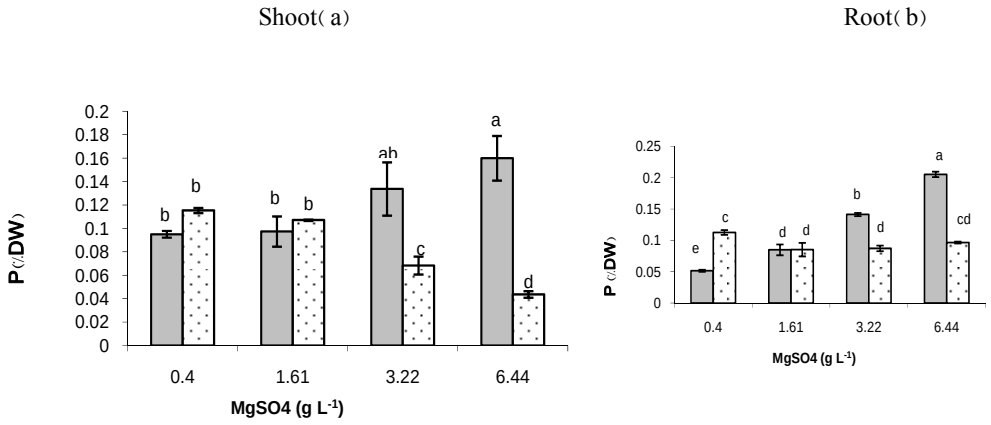
نمودار ۱ – درصد آغشتگی اکتومیکوریز به ریشه در رقم فندقی در گیاهان میکوریزی(M) تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین حداقل سه تکرار . خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است.(با حدود اطمینان ۹۵ درصد).



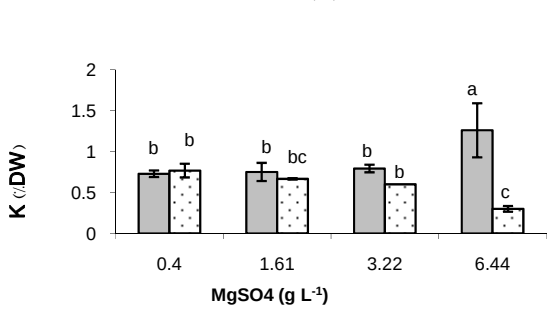
نمودار ۲– میزان کلسیم بر حسب درصد ماده خشک گیاه در اندام هوایی(a) و ریشه(b) در رقم فندقی گیاهان میکوریزی(M) و غیر میکوریزی(NM) تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین سه تکرار. خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است. (با حدود اطمینان ۹۵ درصد)

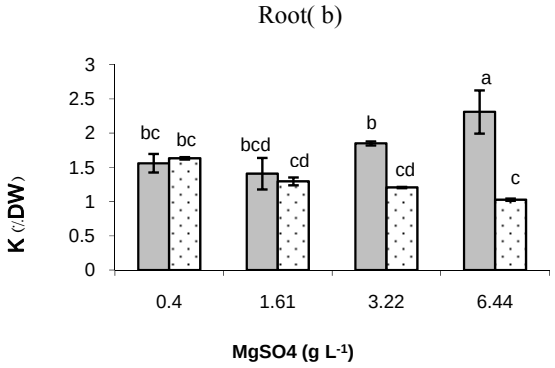


نمودار ۳- میزان منیزیم بر حسب درصد ماده خشک گیاه دراندام هوایی(a) و ریشه(b) در رقم فندقی گیاهان میکوریزی(M) و غیر میکوریزی(NM)تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین سه تکرار . خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است. (با حدود اطمینان ۹۵ درصد).

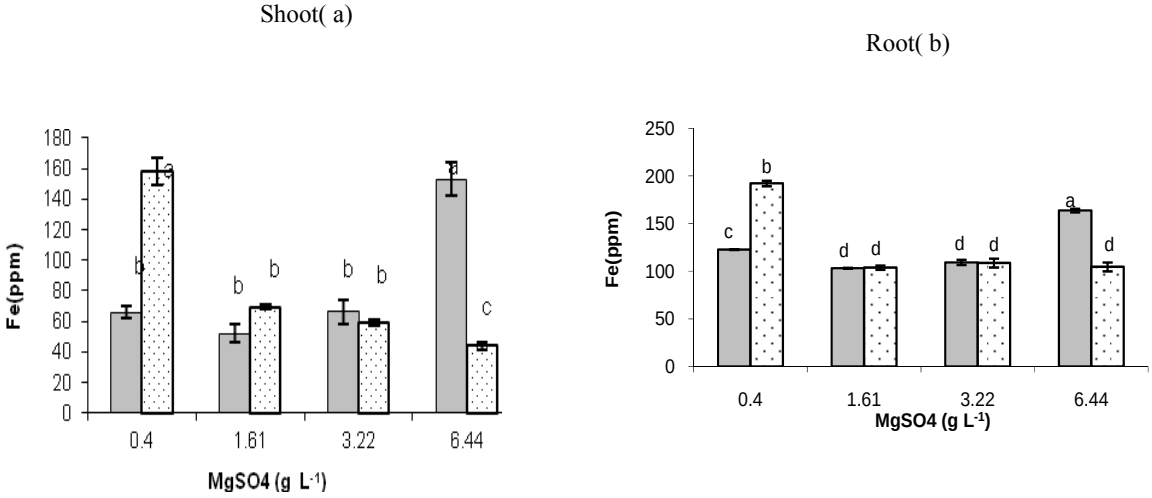


نمودار ٤- میزان فسفر بر حسب درصد ماده خشک گیاه در اندام هوایی(a) و ریشه (b) در رقم فندقی گیاهان میکوریزی(M)و غیر میکوریزی(NM) تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین سه تکرار. خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است. (با حدود اطمینان ۹۵ درصد).

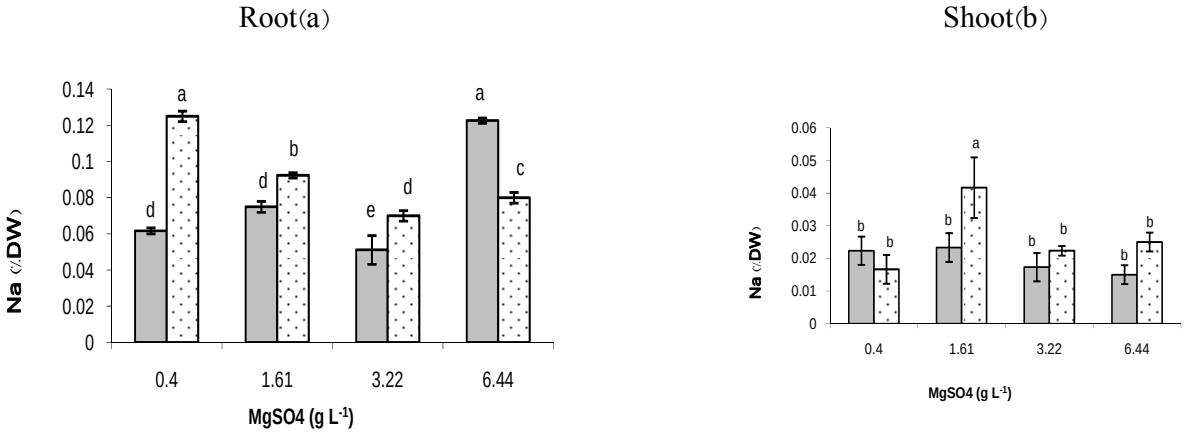


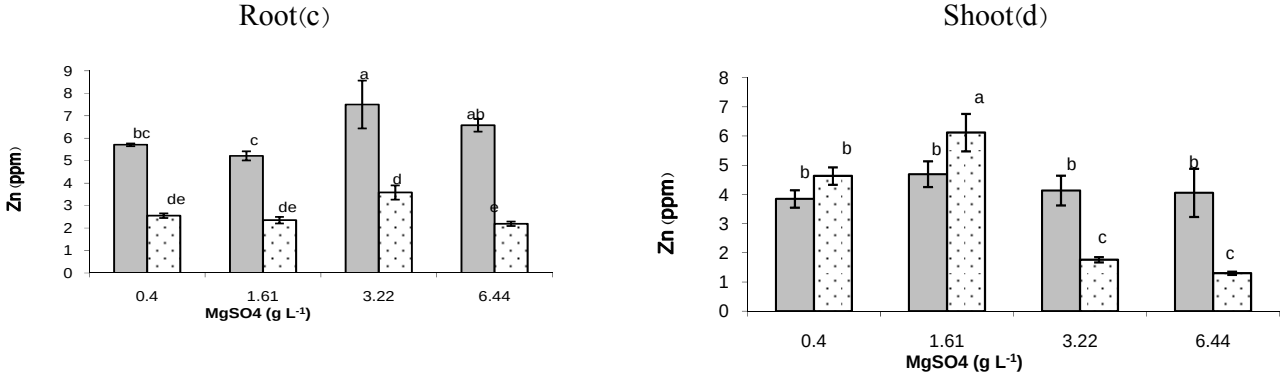


نمودار ۵- میزان پتاسیم بر حسب درصد ماده خشک گیاه در اندام هوایی(a) و ریشه(b) در رقم فندقی در گیاهان میکوریزیM و غیر میکوریزیNM تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین سه تکرار است. خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است. (با حدود اطمینان ۹۵ درصد).

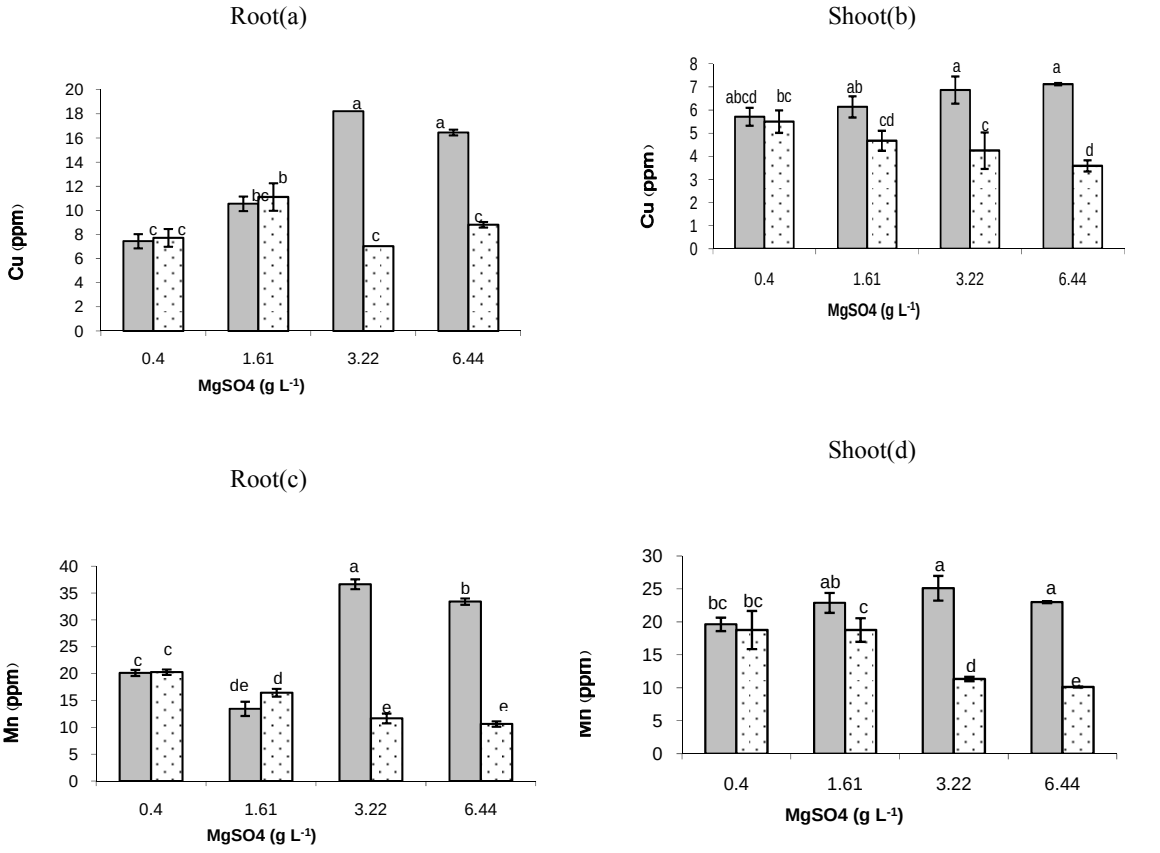


نمودار ٦- میزان آهن بر حسب (ppm)دراندام هوایی (a)وریشه (b) در رقم فندقی در گیاهان میکوریزی(M) و غیر میکوریزی(NM) تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین سه تکرار است. خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است. (با حدود اطمینان ۹۵ درصد).





نمودار ۷- میزان سدیم بر حسب درصد ماده خشک گیاه در اندام هوایی (b)و ریشه (a) و روی بر حسب (ppm) دراندام هوایی(d) وریشه (c) در رقم فندقی در گیاهان میکوریزی(M) و غیر میکوریزی(NM)تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین سه تکرار. خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است.(حدود اطمینان ۹۵ درصد).



نمودار ۸- میزان مس بر حسب (ppm) درساقه(b) وریشه (a) و منگنز بر حسب (ppm)در اندام هوایی (d) و ریشه (c) در رقم فندقی در گیاهان میکوریزیM و غیر میکوریزیNM تحت غلظتهای متفاوت منیزیم. هر ستون میانگین سه تکرار . خطوط عمودی نشان دهنده خطای معیار است.(با حدود اطمینان ۹۵ درصد).

از نظر غلظت آهن در تیمار٦/٤٤ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری هم در اندام هوایی وهم در ریشه بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نشان داد به طوری که افزایش غلظت آهن در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی مشاهده گردید. از نظر غلظت سدیم دراندام هوایی در تیمارهای ٦/٤٤ و۳/۲۲ و۰/٤ گرم در لیتر سولفات منیزیم تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی وجود ندارد اما در ریشه تفاوت معنی داری دراین تیمارها نشان داده است به طوری که در تیمارهای ۳/۲۲و٤/. گرم در لیتر سولفات منیزیم، در ریشه افزایش در گروه غیر میکوریزی ولی در تیمار ٦/٤٤ گرم در لیتر سولفات منیزیم، افزایش غلظت سدیم در گروه میکوریزی نشان داده شد (نمودارهای۷a,b). در تیمار۱/٦۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم غلظت سدیم هم در ریشه وهم در اندام هوایی تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی وگروه غیر میکوریزی نشان داد و افزایش غلظت سدیم در گروه غیر میکوریزی مشاهده شد و در تیمارهای منیزیمی بالاتر، غلظت سدیم در گروه میکوریزی نسبت به گروه غیر میکوریزی افزایش نشان داده است (نمودارهای۷a,b). غلظت روی در اندام هوایی درتیمار ۰/٤ گرم در لیترسولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی را نشان نداد اما این تیمار در ریشه تفاوت معنی داری را بین دو گروه نشان داد که افزایش در گروه میکوریزی نسبت به گروه غیر میکوریزی مشاهده شد (نمودارهای۷c,d). غلظت روی در تیمار ۱/٦۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم، هم در اندام هوایی و هم در ریشه تفاوت معنی داری را نشان داد اما در اندام هوایی افزایش غلظت روی در گروه غیر میکوریزی ولی در ریشه افزایش در گروه میکوریزی مشاهده گردید و غلظت روی هم در اندام هوایی وهم در ریشه در تیمارهای ٦/٤٤و۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم ، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نشان داد و افزایش روی در اندام هوایی گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی مشاهده شد. کمترین غلظت روی در ۳/۲۲ و ٦/٤٤ گرم در لیترسولفات منیزیم، در گروه غیر میکوریزی نسبت به گروه میکوریزی نشان داده شد (نمودارهای۷c,d). غلظت مس هم در ریشه و هم دراندام هوایی در تیمار ۰/٤ گرم در لیترسولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نداشت اما در تیمار ۱/٦۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم، غلظت مس در اندام هوایی تفاوت معنی داری بین دو گروه نشان داد و افزایش غلظت مس در گروه میکوریزی مشاهده شد. ولی تفاوت معنی داری در این تیمار در ریشه نشان داده نشد (نمودارهای۸a,b). غلظت مس درتیمار های ٦/٤٤ و ۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری را بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نشان داد و افزایش غلظت مس هم در اندام هوایی وهم در ریشه در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی مشاهده گردید. بالاترین غلظت مس در تیمارهای ٦/٤٤ و ۳/۲۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم، در گروه میکوریزی نسبت به گروه غیر میکوریزی است و کمترین غلظت مس درتیمار٦/٤٤ گرم در لیتر سولفات منیزیم، در گروه غیر میکوریزی نسبت به گروه میکوریزی مشاهده گردید (نمودارهای۸a,b). غلظت منگنز هم در ریشه و هم در اندام هوایی درتیمار ٤/. گرم در لیتر سولفات منیزیم، تفاوت معنی داری بین گروه میکوریزی و گروه غیر میکوریزی نداشت اما درتیمار ۱/٦۱ گرم در لیتر سولفات منیزیم، دراندام هوایی تفاوت معنی داری را نشان داد به طوری که افزایش در گروه میکوریزی بوده است. ولی در ریشه این تفاوت، معنی دار نیست (نمودارهای۸c,d). غلظت منگنز هم در ریشه و هم در اندام هوایی درتیمار-های ٦/٤٤و۳/۲۲ گرم در لیترسولفات منیزیم، تفاوت معنی داری را بین گروه میکوریزی و غیر میکوریزی نشان داد که افزایش منگنز در ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی مشاهده گردید (نمودارهای۸c,d).

بحث و نتیجه گیری

با افزایش غلظت منیزیم درصد آغشتگی به اکتومیکوریز افزایش می یابد ممکن است این عمل اکتومیکوریز نقش حمایتی داشته باشد به طوریکه در گیاه میکوریزی افزایش جذب موادغذایی به وسیله میسیلیوم های خارجی انجام می شود و این شبکه همزیستی اکتومیکوریزی سطح جذب و انشعابات ریشه را افزایش می دهد و نیزجریان آب را به طرف میزبان هدایت می کند که در این شرایط عناصر زیادی همراه با آب وارد گیاه میزبان می شود. با توجه به نتایج مشاهده شده از تأثیر اکتومیکوریز روی تغذیه برخی از عناصر غذایی باید گفت که مقدار کلسیم گیاه میکوریزی در غلظتهای بالای منیزیم افزایش را نشان داد ولی میزان منیزیم در ساقه گیاهان میکوریزی کاهش یافته و تجمع منیزیم در ریشه میکوریزی مشاهده شده بود. افزایش منیزیم در ریشه های میکوریزی نشان دهنده این است که میکوریز توانسته از حرکت مقادیر زیاد منیزیم به اندام هوایی جلوگیری کند و مقدار آن را در اندام هوایی گیاه میکوریزی کاهش دهد و منیزیم را در ریسه های اطراف ریشه گیاه نگه داری کند چنانکه با افزایش منیزیم در افزایش درصد آغشتگی ریشه به اکتومیکوریز انعکاس یافته و می توان افزایش آغشتگی را واکنش سیستم میکوریزی در جهت رفع مشکل زیادی منیزیم دانست. افزایش منیزیم باعث کاهش عناصری مانند کلسیم و پتاسیم در گیاهان غیر اکتومیکوریزی شده بود. میزان کم این عناصر در گیاه غیر میکوریزی می تواند به دلیل رقابتی باشد که این سه عنصر(کلسیم، منیزیم و پتاسیم) با هم دارند و این سه عنصر می توانند جایگاههای یکسانی از مواضع را اشغال کنند و درنتیجه افزایش منیزیم می تواند کمبود این سه عنصر را شدت بخشد (٦). در تحقیقی که روی لوبیا انجام دادند نتایجی به دست آوردند که با نتایج حاصل در این پژوهش همخوانی دارد. آنها نشان دادند که محتوای منیزیم ریشه لوبیا هنگامی که با نمک کلرید منیزیم زیاد تیمار شده بود افزایش یافت و بر عکس محتوای کلسیم و پتاسیم در گیاه کاهش یافته بود (۱۳). آزمایشات این محققین نشان داد که غلظت منیزیم در ریشه گیاهان اکتومیکوریزی شده بسیار بیشتر از ریشه گیاهان غیر اکتومیکوریزی بود. از طرفی این محققین نشان دادند که ریشه ای که ضعیف ترین درصد آغشتگی را داشته باشد میزان منیزیم در گیاه میزبان را بالا می برد. در تحقیق حاضر مشخص شد که غلظت کلسیم در ساقه و ریشه گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی افزایش یافته بود. به هر حال باید گفت که اطلاعاتی که نشان دهنده مکانیسم اثر ریشه میکوریزی شده روی غلظت منیزیم، پتاسیم و کلسیم باشد محدود است (۱۳). در تحقیق حاضر *Agaricus bisporus* سویه صورتی غلظت کلسیم را در غلظتهای بالای منیزیم افزایش داده بود . اکتومیکوریز جذب کلسیم را بالا می برد در حالی که کمبود کلسیم با تغییر در نفوذ پذیری غشای پلاسمایی توانایی آن برای نفوذ یونها را کم می کند. میکوریز برای مقابله گیاه در مقابل این مشکل جذب کلسیم را بالا می برد. در گیاه غیر میکوریزی به دلیل اثر رقابتی پتاسیم با منیزیم به ویژه در غلظتهای بالای منیزیم میزان جذب پتاسیم کاهش می یابد. چون غلظت منیزیم در محیط ریشه بالا است بر جذب پتاسیم توسط گیاه اثر می گذارد و باعث نزول پتاسیم در گیاه می شود . اکتومیکوریز پتاسیم گیاه را افزایش داده و این امر می تواند از سویی باعث افزایش تولید ATP و احتمالاً باعث افزایش فتوسنتز شود چون کمبود پتاسیم می تواند ظرفیت فتوسنتز را کاهش می دهد (٦). در تحقیق حاضر میزان فسفر نیز در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی افزایش نشان داده است. گیاهان اکتومیکوریزی که درصد آغشتگی کم و یا ضعیفی دارند در شرایطی که منیزم بالا باشد مقدار فسفر و پتاسیم در ریشه اشان کم می شود و بالعکس. این محققین نقش اکتومیکوریز را در افزایش میزان مواد غذایی میزبان نشان دادند که با نتایج به دست آمده در تحقیق حاضر همخوانی

دارد. اکتومیکوریز تغییراتی شیمیایی در ریزوسفر ایجاد می کند که از جمله شامل اسیدی شدن و تولید شلاته های فلزی به وسیله ریشه های اکتومیکوریزی است و باعث افزایش حلالیت فسفر غیر آلی و در نتیجه جذب و انتقال آن به گیاه میزبان می گردد (۱۸). در این تحقیق مقدار فسفر در گیاه غیر میکوریزی کاهش یافته بود واین امر ممکن است از جمله ناشی از تشکیل ترکیب فسفات منیزیم باشد که در محیط پرلیت رسوب کرده است و ازجذب فسفر به گیاه جلوگیری می کند. با اندازه گیری آهن در گیاه غیر میکوریزی نشان داده شده است که مقدار این عنصر دراندام هوایی و ریشه کاهش یافته است. اما اینکه با وجود آهن در محیط رشد، گیاهان غیر میکوریزی نتوانستند آهن لازم را برای خود تامین نمایند احتمالات متعددی را مطرح می کند که از آن جمله شاید غیر محلول شدن آهن و یا ترکیب شدن با بنیانهای شیمیایی و غیر متحرک شدن و یا رقابت با سایر عناصر باشد اما این مطلب از جمله مواردی است که نیاز به تحقیقات بیشتری دارد. مارشنر و دل نشان دادند که اکتومیکوریزها تولید سیدورفورهایی را می کنند که تمایل ریشه را برای غلظت آهن در شرایط تنش زا فراهم می کنند (۱۵) با افزایش منیزیم اثر رقابتی پتاسیم می تواند کاهش یابد و سدیم می تواند در گیاه زیاد شود. ولی غلظت سدیم در اندام هوایی میکوریزی شده در غلظت پایین تر منیزیم کاهش نشان داد و در ریشه افزایش را نشان داد و جذب در غلظتهای بالاتر منیزیم در اندام هوایی تفاوتی بین گیاهان میکوریزی و غیر میکوریزی ایجاد نکرد . علاوه بر رقابت منیزیم با سدیم و نیز احتمالاً عدم نیاز این رقم به سدیم به خاطر مقاومت نسبی گیاه به شوری است (۳) که می تواند سدیم را در اندام هوایی کاهش ودر ریشه نگه داری کند. پیشنهاد می شود که اکتومیکوریز توانسته سدیم را در هیفها و میسیلیوم های خود نگه داری کند این وضعیت یعنی تجمع سدیم در ریشه های پسته توسط همزیستی میکوریزی وزیکولار-آربوسکول نیز نشان داده شده است (۲). با این حال باید در تحقیقات بیشتر این مطلب روشن شود که آیا سدیم مازاد بر نیاز در میسیلیوم قارچ جمع می شود و یا در بافتهای ریشه؟ در تحقیق حاضر جذب منگنز در گیاه میکوریزی افزایش چمشگیر نسبت به گیاهان غیر میکوریزی نشان داده است. در گیاه غیر میکوریزی جذب این عنصر در غلظتهای بالاتر منیزیم کاهش بیشتری نشان داده بود. در واقع این امر می تواند به خاطر اثر رقابتی منیزیم و منگنز و اینکه جذب منگنز تحت تأثیر منیزیم است باشد. در گیاهان غیر میکوریزی مقدار منگنزکاهش پیدا کرده بود. باید گفت که بافتهای مریستمی به این عنصر نیاز دارند و نیز منگنز در اکسیداسیون آب یک قسمت اصلی از دهنده الکترون در فتوسیستم II است (۵). افزایش منگنز در گیاه میکوریزی شده می تواند گویای تأثیر زیاد و نقش مثبت آن در گیاه باشد. محققین نشان دادند که در همزیستی گیاه *Pinus virginiana* با اکتومیکوریز غلظت منگنز و روی در ریشه و اندام هوایی گیاهان میکوریزی افزایش نشان داده بود (۱۷). غلظت عنصر روی در گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیر میکوریزی در غلظتهای بالاتر منیزیم افزایش یافته است. همان طور که مشخص است در گیاه غیر میکوریزی کاهش رشد و نیز کاهش طول ریشه مشاهده گردیده است که یکی از دلایل این امر می تواند کاهش روی باشد. چون روی در فعال کردن اکسین نقش دارد. علائم بالا می تواند به علت ناکافی بودن این هورمون باشد. منیزیم بالا باعث کاهش روی در گیاه غیر میکوریزی می شود این امر می تواند در اثر رقابتی که بین منیزیم و عنصر روی رخ داده به وجود آمده باشد. در مورد مس هم به همین طریق می توان پیشنهاد کرد که اثر رقابتی بین دو عنصر باعث می شود که منیزیم بالا باعث کاهش مس در گیاه غیر میکوریزی شود این امر توسط محققین دیگر نیز تأیید شده است (٦). همچنین اثرات مثبت القای قارچهای*Suillus bovines,Pisloithus tinctorius* با گیاه Spruce بر روی غلظت ریز مغذیهایی مثل مس و روی نشان داده شده است (۱۷). اگرچه فعالیت و تشکیل

اکتومیکوریز نیز خود مستلزم صرف انرژی است اما از آنجا که این رابطه به سود دو طرف است دوام می یابد و تا حد زیادی گیاه به ویزه از حالت تنش خارج می شود. با توجه به اینکه نقشهای مفید اکتومیکوریز ثابت شده است ولی همان طور که گفته شد تا حد زیادی هنوز مشخص نیست که با چه مکانیسمهایی پاسخهای متفاوت تغذیه ای و جذب مواد غذایی توسط میزبان و قارچ انجام می گیرد (۱۲) و لذا در این زمینه ها نیاز به تحقیقات بیشتری است.

منابع

۱- امامی، ع. ۱۳۷۵. روش های تجزیه گیاه.جلد اول. نشریه فنی شماره ۹۸۲. موسسه تحقیقات خاک و آب . انتشارات دانشگاه تهران .ص:۲٤۸.

۲- بهرام پور، م. ۱۳۸۵.اثر منیزیم و کلسیم روی نهال های پسته رقم بادامی با توجه به روابط متقابل بین منیزیم و موقعیت میکوریزی گیاه .پایان نامه ی کارشناسی ارشد.دانشگاه شهید باهنر کرمان، دانشکده علوم.

۳- شهریاری پور،ر.، تاج آبادی،ا. و مظفری،و. ۱۳۸٦. تأثیر شوری ،فسفرو روی بر برخی پارامترهای رشد گیاه پسته . کنگره علوم خاک. سرفصل حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه. http://www.civilica.com/Paper-SSCI10-396.html

٤- فهیمی، ح. خواجه زاده،ح. ۱۳۷۵. اثر القا میکوریزی در مقاومت به شوری پسته. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران. دانشکده علوم.

۵- مارشنر،ه. ۱۳۸٤.تغذیه معدنی گیاهان عالی . جلد دوم،(بهمن خلدبرین و طاهره اسلام زاده). انتشارات دانشگاه شیراز .ص:٦۹٦ – ۲۸۱ .

٦- منگل،ک. وکرکبی،ا. ۱۳۷۲.اصول تغذیه گیاه. جلد دوم،(علی اکبر سالاردینی و مسعود مجتهدی). انتشارات دانشگاه تهران.ص:۱۹۷-۹۹.

7- Baxer, J. W., and Dighton, J. 2001.Ectomycorrhiza diversity alter growth and nutrient acquisition seedlings in host-symbiotic culture condition .New Phytologist.153:139-199.

8- Dell, B. 2002. Role of Mycorrhizal Fungi in ecosystems. CMU. 1: 47-54.

9- Gellier, B., Letouze, R. and Steullu, D. G. 1984. Micro propagation of Brich and mycorrhizal formation in vitro. New Phytologists. 97: 591-599.

10- Karst, J., Jones, M. D., Turkington, R. 2009. Ectomycorrhizal colonization and intraspecific variation in growth response of Lodge pole pine. *Plant Ecol*. 200(2):161-165.

11- Laiye, Q. U., Quoreshi, A. M., Iwase, K., Tamai, Y., Funada, R. and Koike, T. 2003. In vitro ectomycorrhizal formation on two larch species of seedlings with six different fungal species. Eurasiana.For.Res. 6: 65-73.

12- Lamhamedi, M. S., Kope, H .H, Kropp, B. R. and Fortin, J. A. 1990. Genetic variation in ectomycorrhiza formation by *Pisolithus arhizus* on *Pinus pinaster* and *Pinus banksiana*. New Phytol. 115: 689-697.

13- Legget, J. E. and Gilbert, W .A.1999.Magnesium uptake by soybean. plant physiology.44:1182-1186

14- Martin, A., Casimiro, A. and Pais, M. S. 1997. Influence of mycorrhization on physiological parameters of micro propagated *Castahea sativa*. Mill plants. Mycorrhizal. 7: 161-165.

15- Marschener, H. and Dell, B.1994.Nutrient up take in mycorrhizal symbiosis. Plant and Soil.159:89-102.

16- Pedersen, C.T. and Sylvia, D.1999.Affects plant competition for phosphorus between *Pinus elliottii* and Panicum chamae lonche.Mycorrhiza.9:199-204.

17- Miller, F. A. and Rudolph, E. D. 1986. Uptake and distribution of manganese and zinc in *Pinus virginiana* seedlings infected with *Pisolithus tinctorius*. OHIOJ. SCI. 86(4): 22-25.

18- Wallander, H. 2000. Up takes of P from apatite by *Pinus sylvestris* seeding colonization by different ecto mycorrhizal fungi.Plant and Soil.218:249-256.

The effect of ectomycorrhiza and excess Mg on the growth and Ca, Mg, K, P, Fe, Na, Zn, Cu, Mn contents in Pistachio var. Fandoghy

Bahrami S.[1], Ahmadi-Moghadam A.[1] and Hoseini Fard J.[2]

[1] **Biology Dept., Faculty of Sciences, Shahid Bahonar University, Kerman, I.R. of IRAN**

[2] **National Research Centre for Pistachio, Rafsanjan, I.R. of IRAN**

Abstract

Many investigations have revealed the positive role of ectomycorrhizas on growth and mineral nutrition of plants in recent years. To study the role of ectomycorrhiza on the resistance of Pistachio tree var Fandoghy exposed to excess Mg mycorrhizal plants colonized with *Agaricus bisporus* were prepared in axenic condition. M & NM plants were treated with different Mg amounts according to a factorial experiment and a CRD design in sterile conical flasks. Growth and mineral contents of shoot and roots and the colonization rates of M plants were measured and compared. The results showed that colonization rate of the roots increased as Mg increased in the nutrient solution. Ca,Mg,P,K,Fe,Na,Mn,Zn,Cu contents in M plants increased but excess Mg caused a decline in Ca,K,Zn and P contents of the plants. The results are discussed in concern with the role of ectomycorrhiza in the nutrition of plants.

Keywords: ectomycorrhiza,Growth,Mineral nutrition, Pistachio Fandoghy,Mg